平成20年神審第43号

油送船第二十五徳誉丸機関損傷事件

言渡年月日　平成20年8月27日
審判庁　神戸地方海難審判庁（濱本　宏，黒田　均，横須賀勇一）
理事官　寺戸和夫
受審人　A
　職名　第二十五徳誉丸機関長
　海技免許　三級海技士（機関）（機関限定）
指定海難関係人　B社
　代表者　代表取締役　C
　業種名　海運業
損害　排エコ蒸発管の4列目及び6列目に破孔，過給機のロータ等損傷
原因　第二十五徳誉丸・・・海運業者に対するボイラ水管及び排ガスエコノマイザ蒸発管の点検及び修理についての提言不十分
　海運業者・・・・・・ボイラ水管及び排ガスエコノマイザ蒸発管の点検及び修理不十分

主　文

本件機関損傷は，海運業者に対するボイラ水管及び排ガスエコノマイザ蒸発管の点検及び修理についての提言が十分でなかったことによって発生したものである。

海運業者が，ボイラ水管及び排ガスエコノマイザ蒸発管の点検及び修理を十分に行わなかったことは，本件発生の原因となる。

受審人Aを戒告する。

理　由

（海難の事実）

1　事件発生の年月日時刻及び場所

平成19年6月18日12時15分
兵庫県姫路港網干区沖合
（北緯34度45.5分　東経134度35.3分）

2　船舶の要目等

(1)　要目

船種船名　油送船第二十五徳誉丸
総トン数　699トン
全長　64.83メートル
機関の種類　過給機付4サイクル6シリンダ・ディーゼル機関
出力　735キロワット
回転数　毎分300

(2)　設備及び性能等

ア　第二十五徳誉丸

第二十五徳誉丸（以下「徳誉丸」という。）は，平成2年7月に進水した，航行区域を限

定沿海区域とする液化ガスばら積船で，兵庫県姫路港網干区のほか，京浜港川崎区，千葉港，茨城県鹿島港，岡山県水島港，山口県徳山下松港等に寄港し，主機として，Ｄ社製のK31ＳＦＤ型と呼称するディーゼル機関を船尾甲板下の機関室に据え付け，専らＣ重油を使用し，主機の燃焼で生じる排気ガスの熱エネルギーを有効利用するために，Ｅ社製のM.Ａ.Ｎ.－Ｂ＆Ｗ ＮＲ24／Ｒ型と呼称する排気ガスタービン過給機(以下「過給機」という。)を主機架構船尾側上部に，またＦ社製のＫＳ－20 型と呼称する，排ガスエコノマイザ（以下「排エコ」という。）を主機排気管に装備していた。

イ　過給機

過給機は，輻流式タービン翼と遠心式ブロワが組み付けられたロータ軸が，タービン及びブロワの各ケーシングに挟まれた軸受ケーシングの浮動スリーブ式軸受により保持され，同軸受が主機から分岐して流入する潤滑油により潤滑され，主機からの排気ガスがタービンケーシングの半径方向からタービン翼に流入し，ロータ軸を回転させたのち，排エコを通って船外に排出されるようになっていた。

なお，過給機は，排気ガスがタービンケーシング側から軸受ケーシング側に漏洩しないように遮熱板及びラビリンスリングを，潤滑油が軸受ケーシング側からブロワケーシング側に，逆に圧縮空気が軸受ケーシング側に漏洩しないよう，軸受ケーシングとブロワケーシングの間にラビリンスパッキンをそれぞれ組み込んでいた。

ウ　ボイラ及び排エコの配管模様等

ボイラは，Ｆ社製のＶＷＨ－200ＡＥ型と呼称する，上側の蒸気ドラムと下側の水ドラムとを水管で連絡している構造のもので，Ａ重油を燃料とし，制限圧力 8.0 キログラム毎平方センチメートル（以下「キロ」という。）最大蒸発量毎時 200 キログラムのもので，高さ約 2.2 メートル幅約 1.4 メートル奥行約 1.0 メートル最大蒸発量毎時 220 キログラムの排エコとボイラ水循環ポンプ配管及び蒸気戻り管により連結されていた。

排エコは，ボイラ水循環ポンプにより，ボイラから吸引・加圧されたボイラ水が，同ポンプ配管経由で，16 列のボイラ用鋼管（ＫＳＴＢ35）製フィンなしの蒸発管群に下部ヘッダ入口から入り，同蒸発管群を上部ヘッダに向かって流れるうち，同蒸発管群の外側を通過する主機の排気ガスから熱を与えられ，上部ヘッダ出口から蒸気となって蒸気戻り管経由でボイラに戻って循環するもので，取扱説明書にはボイラで燃料を燃焼させなくても，主機排気ガスの余熱だけで，5.0 ないし 7.0 キロの蒸気圧力を保持できる旨記載され，また，海上公試運転成績書によれば，主機連続最大回転数（毎分回転数，以下同じ。）300 で航行したとき，排気ガスの排エコ入口温度が 370 度（摂氏度，以下同じ。）で平均 7.5 キロのボイラ蒸気圧力を確保していた。

エ　ボイラ給水系統

ボイラ給水系統は，給水が，ボイラの水準に応じて自動発停する給水ポンプによりカスケードタンクから吸引・加圧され，給水内管を経てボイラ内に補給され，ボイラの蒸気がＣ重油のセットリング及びサービスの各タンクの加熱等に使用されたのち，大気圧復水器で海水と熱交換されて水（復水）となり，カスケードタンクに戻って循環するようになっていた。

また，蒸気が消費や漏洩により，回収できなかった復水の減少分は，使用清水タンクから軟水装置を経由して硬度成分が除去された軟水がフロート弁を介してカスケードタンクに補給されるようになっていた。

オ　軟水装置

軟水装置は，Ｆ社製のＭＳＳ－15Ｓと呼称する，イオン交換樹脂（以下「樹脂」という。）が 15 リットル充填されて炭酸カルシウム濃度で 50ＰＰＭ（百万分率，以下同じ。）相当の硬度成分を含む清水 11 トンを１ＰＰＭ程度の軟水に変える能力を有する筒型のもので，中央に集水管を設け，通水側とした切替え弁を経て，原水にあたる清水が外周部の樹脂層を通過して軟水となり，集水管からカスケードタンクへ流れるようになっていた。

また，軟水装置取扱説明書には，適宜に硬度指示薬で軟水の硬度成分の点検（以下「軟水チェック」という。）を行い，樹脂が硬度成分で飽和状態となった場合，まず，集水管側から樹脂が充填されている外周部に清水を逆に流して筒内に入った浮遊物を外部に排出する逆洗（約 15 分間），次に，同じ流路で海水を毎分 4.7 リットルで 282 リットル流しての樹脂再生（約 1 時間），最後に，再生に使用した海水を毎分 4.7 リットルで 212 リットルの清水により洗い流す水洗（約 45 分間）の各工程を実施し，再び軟水を得ることができるものの，同装置の性能維持のためには，毎年総樹脂量の 10 ないし 15 パーセントの樹脂の補充又は一部交換及び4ないし6年ごとに全樹脂の交換等を実施するよう，記載されていた。

カ　ボイラ水の水質管理

ボイラ及び排エコは，経年使用により，給水中の硬度成分やシリカ成分が濃縮し，不溶解の固形物（以下「スケール」という。）を生じ，ボイラ水管及び排エコ蒸発管の内面に付着すると，熱伝導率が 20 分の 1 ないし 100 分の 1 に低下し，発生蒸気圧力の低下，過熱による材料の強度が著しく低下するとともに腐食等が進行するので，定期的に水質検査（以下「缶水試験」という。）を実施・記録し，水質管理基準書の基準値に従い，ＰＨ（水素イオン濃度指数，以下同じ。）を 11.0 ないし 11.8 の，Ｐアルカリ度（ＰH8.3 で中和するまでの酸消費量，炭酸カルシウム濃度ＰＰＭ相当）を 80 ないし 600 の，Ｍアルカリ度（ＰＨ 4.8 で中和するまでの酸消費量，炭酸カルシウム濃度ＰＰＭ相当）を 100 ないし 800 の，燐酸（りんさん）イオン濃度（ＰＰＭ相当）を 20 ないし 40 の各範囲に維持するよう，適切な量の清缶剤を清缶剤投入タンクからカスケードタンク経由でボイラに送り込んで調節するほか，水質汚染度の目安となる塩素イオン濃度（ＰＰＭ相当）を 400 以下とするよう，ボイラ底部から高濃度のボイラ水を船外排出するボトムブローを適宜に実施する必要があった。

3　事実の経過

(1)　Ａ受審人のボイラ及び排エコの運転保守管理模様

Ａ受審人は，徳誉丸に乗船した際，一等機関士から 1 週間前に発生した，前示ボイラ給水内管のスケールによる閉塞事故及び応急修理の概略を聞き，徳誉丸の専任機関長であった平成 7 年当時からボイラが航泊を問わず燃料使用を停止していて，停泊中，排エコが蒸気を発生しなくなってボイラ蒸気圧力が低下しても，空気抜き弁を開放しないので，ボイラ本体の蒸気側が負圧になることを認識していた。

さらに，Ａ受審人は，乗船後，主機回転数 295 を常用し，排エコ入口（過給機出口）の排気ガス温度が 400 度以上であったが，排エコの発生蒸気圧力が 2 キロと低く，排エコの全蒸発管水側への多量のスケール付着による同管の伝熱効率の低下が疑われるところ，徳誉丸には缶水試験器が支給されていなかったので，水質基準値と比較できない状況に加え，一等機関士が，軟水装置の軟水チェックや樹脂の再生を実施しておらず，ボイラ水の硬度成分や塩分濃度等に関係なく，1 週間ごとに，ボイラの水面計上端まで水準を上げて低水位警報が吹鳴するまで，約 50 リットルのボトムブローを行い，毎回清缶剤を決まった量だけ投入していることを見ていたものの，軟水装置取扱説明書や水質管理基準書にあたるなどして，毎日

の軟水チェック及び適宜に軟水装置の再生を行い，Ｂ社に缶水試験器を支給するよう要請して船内で缶水試験を行える環境を整えたうえ，ボイラ水の変化を記録して適切な量の清缶剤を投入し，塩分濃度が高くなったときに適宜にボトムブローを行うなどのボイラ水の水質管理を十分に行わないまま，ボイラ及び排エコの運転を続けた。

(2)　Ｂ社のボイラ及び排エコの保守管理模様

Ｂ社は，徳誉丸の主機や燃料清浄機の燃料加熱器を電気ヒータで加熱することができることや，平成６年から同船の青森・北海道航路がなくなったことで，蒸気の使用が減り，排エコだけでボイラを運転することとし，毎年同船の排エコ蒸発管の外側（ガス側）の水洗を実施していたものの，ボイラ水管及び排エコ蒸発管内側（水側）のスケール付着状況の点検及びその除去等を実施していなかった。

ところで，Ｂ社は，運航管理船舶に缶水試験器を支給しておらず，ボイラ製造のほか整備業務も行っていたＦ社に定期的にボイラ水のサンプルを送付し，水質分析を依頼する方法を採用していて，徳誉丸も，平成 13 年 11 月はボイラ水だけの，同 14 年 1 月及び同 15 年 10 月の 2 回はボイラ水，給水及び軟水の水質分析を依頼し，ボイラ休缶水分析報告書（以下「分析報告書」という。）を受領していた。

分析報告書は，硬度成分，ＰＨ，塩素イオン，燐酸イオン等の計測項目の実測値と基準値とを併記し，徳誉丸に対して，毎回，ボイラ水や軟水には硬度成分が検出されていたので，同状況が改善されないと，ボイラ水管及び排エコの蒸発管水側へのスケール付着が進行し，同管が過熱して，材料の強度が著しく低下し，破孔するおそれがあるから，清缶剤の投入量を増やしてボイラ水を基準値の範囲内に収めること，毎日軟水チェックを行い，定期的に軟水装置の樹脂再生を行うこと，及び不必要なボトムブローを減らすことなどの対策を提言していた。

しかし，Ｂ社は，徳誉丸に分析報告書をそのまま送付すれば，機関長が，軟水装置の性能維持やボイラ水のブロー量を減らすなど，適切な是正措置を実施すると思い，缶水試験器を支給するなどして，ボイラ水の水質管理を十分に行うよう指示することなく，ボイラ水等の水質分析依頼も中断した。

また，Ｂ社は，平成 17 年８月徳誉丸が第１種中間検査を受検した際，Ｆ社に依頼してボイラの安全弁をはじめとする全肌付き弁の点検及び修理を行い，ボイラ水管及び排エコ蒸発管のガス側の水洗を実施し，腐食等の異状がなかったものの，同社からボイラ水管水側にスケールが付着している状況が報告され，スケール除去剤の投入を提言されたが，これを実行しないまま，徳誉丸の運航を継続した。

その後，Ｂ社は，平成 19 年 5 月 22 日水島港から岡山県日生港に向け航行中の徳誉丸で，ボイラの給水内管が閉塞して，ボイラの水位低下警報が発生した旨の報告を受けた際，日生港停泊中，Ｆ社に異状箇所の調査，点検及び修理を依頼し，ボイラの給水内管水側に多量のスケール付着が発見され，除去が困難であったので，応急修理として，給水内管をバイパスする配管を取り付ける工事を行い，運航を再開した。

(3)　本件発生に至る過程

Ｂ社は，平成 19 年６月９日 18 時 30 分ごろ愛媛県新居浜港着岸中の徳誉丸から，１回目の排エコからの漏水発生の報告を受けた際，同月 11 日水島港で荷役を終えた同船を同港沖合に錨泊させたうえ，Ｆ社に異状箇所の修理を依頼したところ，排エコの右舷側から２列目の破孔していた蒸発管の内部に多量のスケール付着が確認され，同破孔が，スケール付着による熱伝導率の低下によって局部過熱された同蒸発管の材料の強度が著しく低下したことによ

って生じたものと判明し，残りの蒸発管にも多量のスケール付着が疑われ，運転を継続すれば破孔するおそれがあったが，破孔蒸発管にプラグを打ち込んで，ボイラ水の漏洩を止める応急修理を行ったので，7 月に予定していた入渠まで無難に運航できるものと判断し，入渠時期を早めるなどして,ボイラ水管及び排エコ蒸発管の点検及び修理を十分に行わないまま，徳誉丸の運航を続けた。

一方，A受審人は，前示排エコ蒸発管に破孔を生じた際，ボイラ水が逆流して過給機に達してはいなかったものの，排エコの発生蒸気圧力が著しく低く，同蒸発管の内部に多量のスケール付着を確認し，そのまま使用を継続すれば，残る蒸発管にも破孔を生じ，多量のボイラ水が主機排気管を逆流して過給機等に損傷を与えるおそれがあったが，破孔管にプラグを打ち込んでボイラ水の漏洩を止める応急修理を行ったので，7 月に予定していた入渠まで無難に航行できるものと思い，Ｂ社に対して，入渠時期を早めるなどして，ボイラ水管及び排エコ蒸発管の点検及び修理を十分に行うよう提言することなく，運航を再開した。

こうして徳誉丸は，A受審人ほか 4 人が乗り組み，空倉で，船首 2.30 メートル船尾 3.50 メートルの喫水をもって，平成 19 年 6 月 18 日 12 時 05 分姫路港網干区を発し，京浜港川崎区に向け，主機回転数 250 にかけ 8.0 ノットの対地速力で港外に向かって航行中，排エコ蒸発管に 2 回目の破孔を生じ，多量のボイラ水が主機排気管を逆流して過給機に流れ込んだことにより，12 時 15 分網干西灯台から真方位 147 度 430 メートルの地点において，煙突から黒煙が排出され，主機回転数が 200 ないし 300 の間で大きく変動し，過給機が異音を発するようになった。

当時，天候は雨で風力 1 の北北東風が吹き，海上は穏やかであった。

(4)　本件後の措置

徳誉丸は，錨泊して主機を停止し，各部を開放点検したところ，排エコ蒸発管の 4 列目及び 6 列目に破孔があり，過給機に濡損を生じていることなどが判明し，のち入渠して排エコの全蒸発管及び過給機のロータ等が新替え修理された。

Ｂ社は，本件後，徳誉丸を含め全船に，軟水装置の再生及び軟水チェックを十分に行うよう指示するとともに，Ｆ社への水質分析依頼を再開し，缶水試験器を支給してボイラ水の水質管理を十分に行うことができるよう改善した。

（本件発生に至る事由）

1　A受審人が，ボイラ水の水質管理を十分に行っていなかったこと

2　A受審人が，Ｂ社に対して，ボイラ水管及び排エコ蒸発管の点検及び修理を十分に行うよう提言しなかったこと

3　Ｂ社が，缶水試験器を支給するなどして，ボイラ水の水質管理を十分に行うよう指示しなかったこと

4　Ｂ社が，Ｆ社のスケール除去剤投入の提言を実行しなかったこと

5　Ｂ社が，ボイラ水管及び排エコ蒸発管の点検及び修理を十分に行わなかったこと

（原因の考察）

本件機関損傷は，排エコ蒸発管内に多量のスケールが付着して同蒸発管が局部過熱して材料の強度が著しく低下するまま，ボイラ及び排エコの運転が続けられたことによって発生したものである。

A受審人が，排エコ蒸発管に第 1 回目の破孔を生じた際，排エコの発生蒸気圧力が著しく低く

なっていたし，同蒸発管の内部に多量のスケール付着を確認し，排エコの全蒸発管が危機的なスケール付着状態であることが予見できたのだから，Ｂ社に対して，入渠時期を早めるなどして，ボイラ水管及び排エコ蒸発管の点検及び修理を十分に行うよう提言していたなら，本件は発生していなかったものと思料される。

したがって，Ａ受審人が，Ｂ社に対して，ボイラ水管及び排エコ蒸発管の点検及び修理を十分に行うよう提言しなかったことは，本件発生の原因となる。

また，Ａ受審人が，軟水装置の性能維持に努め，Ｂ社に缶水試験器の支給を要請するなどして，ボイラ水の水質管理を十分に行っていなかったことは，本件発生に至る過程で関与した事実であるが，長期間に亘って定期的な同管のスケール付着状況の点検及びＦ社のスケール除去剤投入の提言などが実施されなかったために，多量のスケールが付着して排エコ蒸発管の熱伝導率が低下し，主機常用出力で航行中，排エコの発生蒸気圧力が海上公試運転に比較して著しく低くなったもので，この時点で，ボイラ水の水質管理を十分に行っても，改善できない状況に陥っていたことを示しており，本件と相当な因果関係があるとは認められない。しかしながら，ボイラ水の水質管理が十分でなかったことが，スケール付着進行の原因であるから，海難防止の観点から，是正すべき事項である。

Ｂ社が，徳誉丸の排エコ蒸発管に第１回目の破孔を生じた際，入渠時期を早めるなどして，排エコ蒸発管の新替えを含めたボイラ水管及び排エコ蒸発管の点検及び修理を十分に行っていたなら，本件は発生していなかったものと思料される。

したがって，Ｂ社が，ボイラ水管及び排エコ蒸発管の点検及び修理を十分に行わなかったことは，本件発生の原因となる。

また，Ｂ社が，自社船等の運航管理を行う際，缶水試験器を支給するなどして，ボイラ水の水質管理を十分に行うよう指示していなかったこと，及びＦ社のスケール除去剤投入の提言を実行しなかったことは，本件発生に至る過程で関与した事実であるが，すでに，ボイラ水の水質管理を十分に行うことやスケール除去剤の投入では，ボイラ水管及び排エコ蒸発管が危機的なスケール付着状況を改善することができない状況に陥っていたことから，本件と相当な因果関係があるとは認められない。しかしながら，海難防止の観点から，是正すべき事項である。

（海難の原因）

本件機関損傷は，主機常用出力で航行中，排エコ蒸発管に破孔を生じた際，海運業者に対するボイラ水管及び排エコ蒸発管の点検及び修理についての提言が不十分で，ボイラ水管及び排エコ蒸発管への多量のスケール付着による熱伝導率の低下から，排エコの発生蒸気圧力が低くなり，排エコ蒸発管が局部過熱して材料の強度が著しく低下する状況が改善されないまま，運転が続けられたことによって発生したものである。

海運業者が，ボイラ水管及び排エコ蒸発管の点検及び修理を十分に行わなかったことは，本件発生の原因となる。

（受審人等の所為）

Ａ受審人は，主機常用出力で航行中，排エコ蒸発管に破孔を生じた場合，排エコの発生蒸気圧力が著しく低くなっていたとともに，同破孔蒸発管水側に多量のスケール付着を確認し，排エコの全蒸発管が危機的なスケール付着状態であることが予見できたのだから，継続使用して同蒸発管を破孔させ，漏洩したボイラ水が主機排気管を逆流して過給機等を損傷することがないよう，Ｂ社に対して，ボイラ水管及び排エコ蒸発管の点検及び修理を十分に行うよう提言すべき注意義

務があった。しかるに，同人は，破孔蒸発管にプラグを打ち込んでボイラ水の漏洩を止める応急修理を行ったので，7 月に予定していた入渠まで無難に運航できるものと思い，Ｂ社に対して，ボイラ水管及び排エコ蒸発管の点検及び修理を十分に行うよう提言しなかった職務上の過失により，排エコ蒸発管水側に多量のスケールが付着したまま運転を続け，同管に破孔を生じる事態を招き，同管から漏洩した多量のボイラ水が主機排気管を逆流し，過給機のロータ等を損傷させるに至った。

以上のＡ受審人の所為に対しては，海難審判法第 4 条第 2 項の規定により，同法第 5 条第 1 項第 3 号を適用して同人を戒告する。

Ｂ社が，ボイラ水管及び排エコ蒸発管の点検及び修理を十分に行わなかったことは，本件発生の原因となる。

Ｂ社は，本件後，徳誉丸排エコの全蒸発管の新替えを行い，徳誉丸を含め全船に，軟水装置の再生及び軟水チェックを十分に行うよう指示し，Ｆ社への水質分析依頼のほか，缶水試験器を支給し，ボイラ水の水質管理を十分に行えるよう改善した点に徴し，勧告しない。

よって主文のとおり裁決する。